

Rodziny planetek zbliżających się do Ziemi Tadeusz J. Jopek

Jeszcze dziesięć lat temu obserwacja obiektów o rozmiarach do kilkunastu metrów możliwa była jedynie po ich wtargnięciu do ziemskiej atmosfery. Dzisiaj mamy inną sytuację, np. na początku roku 2014, w styczniu zaobserwowano niewielką planetkę, która dopiero po 20 godzinach wpadła do atmosfery nad Oceanem Atlantyckim. Zatem o tym samym ciele możemy obecnie mówić jako o meteoroidzie albo o planetce, zależnie od kontekstu. W tej nowej sytuacji możemy postawić pytanie czy na podobieństwo meteoroidów, wśród planetek zbliżających się do Ziemi mogą istnieć grupy, rodziny obiektów pochodzących z tego samego ciała macierzystego?

Pytanie jest ważne, bowiem jeśli rodziny planetek typu NEA istnieją oznacza to dla nas, że zagrożenie dla Ziemi ze strony planetek jest większe niż sądzono dotychczas. O tym, że zderzenia z planetkami mogą być bardzo groźne przekonaliśmy się niedawno. W lutym 2013 roku niezauważony 20 metrowy obiekt wtargnął do atmosfery wywołując potężną falę uderzeniową, która uszkodziła wiele budynków milionowego miasta Czelabińsk, w wyniku uszkodzeń 1500 osobom musiano udzielić pomocy ambulatoryjnej. Jeśli planetka, która spowodowała te uszkodzenia należałaby do rodziny obiektów poruszających się po podobnych orbitach, oznaczałoby to, że każdego roku w lutym możliwym byłoby zderzenie z Ziemią tej klasy obiektu. Tak jak to obserwujemy w przypadku strumieni meteoroidów, np. sierpniowych Perseid czy grudniowych Geminid obserwowanych regularnie każdego roku.

Na szczęście, prawdopodobieństwo zderzenia z Ziemią pojedynczej planetki o rozmiarach kilkudziesięciu metrów nie jest duże, rzędu 10^{-5} — 10^{-6} . Jeśli jednak jest ona członkiem licznej rodziny podobnych obiektów, prawdopodobieństwo zderzenia któregoś z nich z Ziemią jest kilka razy większe. Wiarygodne oszacowanie stopnia zagrożenia Ziemi ze strony planetek NEA nie jest obecnie możliwe. Nie wiemy ile planetek kilkunastu, kilkudziesięciu metrowych porusza się w pobliżu Ziemi. By poznać ich liczbę uruchomiono projekty obserwacyjne, których jedynym celem jest poszukiwanie nowych małych planet, np. projekt Catalina Sky Survey, Lowell Observatory-LONEOS, Pan-STARRS 1.... Jednak same obserwacje nie wystarczą, potrzebna jest jeszcze analiza danych obserwacyjnych. Nasz projekt wyszukiwania rodzin planetek typu NEA znakomicie wpisuje się w tę tematykę, bowiem bez ustalenia czy istnieją rodziny planetek typu NEA czy też nie istnieją, wiarygodne oszacowanie prawdopodobieństwa kolizji z Ziemią któregoś z tych obiektów nie będzie możliwe.

W naszym projekcie zamierzamy dokonać wyszukiwania grup planetek typu NEA wśród 14400 orbit planetek. Zastosujemy metodę opartą na pomysśle dwójki amerykańców Southwortha i Hawkinsa (1963), mianowicie na tzw. D- funkcji służącej do obliczenia podobieństwa dynamicznego dwóch ciał. Jeśli orbity dwóch ciał wyobrazimy sobie jako dwa punkty w 5cio wymiarowej przestrzeni elementów orbitalnych, to D-funkcja jest miarą odległości tych punktów. Gdy dla danej pary planetek odległość ta jest mniejsza od odpowiedniej wartości krytycznej D_k możemy przyjąć hipotezę o wspólnym pochodzeniu tej pary. D-funkcja plus wartość krytyczna D_k uzupełnione o algorytm analizy skupień pozwalają na identyfikację w danych zbiorze orbit grup o liczebnościach większych od dwóch. Te trzy elementy stanowią swoistą definicję rodziny planetek typu NEA.

W projekcie zastosujemy kilka D-funkcji. Wartości krytyczne D_k – wyznaczymy w taki sposób by ryzyko identyfikacji grupy orbit na zasadzie przypadku było mniejsze od 1/100. Dodatkowo, każdą z odkrytych grup będziemy testowali badając, czy orbity członków tych grup były dostatecznie podobne w przeszłości sięgającej 5000 lat.

Pośród możliwych algorytmów skupień dobierzemy taki, który jest najbardziej odpowiedni dla planetek typu NEA. W tym celu jak również w celu znalezienia wartości krytycznej D_k będziemy dokonywali poszukiwań grup w sztucznych próbach orbit posiadających podobne statystycznie własności jak orbity obserwowanych planetek. Motywacją do podjęcia niniejszego projektu były nasze wcześniejsze badania. Otóż stosując uproszczoną w stosunku do proponowanej w tym projekcie metodykę (Jopek 2011, 2015) przeszukiwaliśmy ~9000 orbit planetek typu NEA. Znaleźliśmy około 10 grup składających się z od kilkunastu do kilkudziesięciu planetek. Rysunki orbit niektórych grup do złudzenia przypominały układ orbit strumienia meteoroidów. Badania wstępne wymagają potwierdzenia, które obok spodziewanego odkrycia kolejnych rodzin planetek stanowią główny cel projektu.

Jopek T.J., 2011, Mem. Soc. Astr. It. 82, 310-321

Jopek T.J., 2015, Highlights of Astronomy, XXVIIIth IAU GA Beijing 2012, Vol. 16, 474

Southworth R.B., Hawkins G.S., 1963, Smith. Cont. Aph, 7, 261